

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ОПИСУ КІЛЬКІСНИХ ТА ЯКІСНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГРАФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

У представленій статті приведена класифікація існуючих методів опису графіків електричних навантажень. У виді класифікатора вибрані якісні та кількісні особливості графіків споживання. Завдяки цьому здійснюється поділ існуючих методів до підходу представлення характеристики електроспоживання та її особливостей (піків / провалів) на всьому інтервалі дослідження. Важливість опису всього графіка електричних навантажень кількісно-якісними методами спричиняється рядом задач, таких як диспетчерське управління, прогнозування рівнів споживання на наступний період та формування вартості електроенергії та платіжних рахунків за спожиту електроенергію. У статті також представлені в загальному виді методи опису для можливості раціонального підходу у залежності від наявних вхідних умов.

Ключові слова: графік електричного навантаження, метод опису графіків споживання, кількісні та якісні особливості графіків навантажень.

Швидкі темпи автоматизації промислових підприємств призвели до необхідності контролювання рівнів споживання промисловими підприємствами і побутовими споживачами у цілому. Дана потреба викликана підвищеними вимогами до параметрів електроспоживання для ефективного вирішення задач шляхом обробки вимірюваних даних та формування певних критеріїв для забезпечення точності у відповідності до діючих нормативних документів [9]. Враховуючи наявність споживачів з різними приладами обліку (наприклад, з погодинним контролем рівнів споживання) електроенергії, об'ємами первинних баз зберігання даних, пропускну здатністю каналів зв'язку, прийнятними можливостями приладів обробки та зберігання даних на вищих рівнях вимірювання енергосистеми, первинні дані досить часто піддаються попередньому опрацюванню для формування їх репрезентативного виду представлення.

Розглянемо два види врахування особливостей графіків електричних навантажень, а саме кількісних (піків / провалів) та кількісно-якісних, які додатково до попередніх враховують моменти виникнення та тривалість виокремлених піків та провалів.

Основні підходи опису графіків електричних навантажень з урахуванням їх кількісних особливостей.

За кількісними показниками розрізняють наступні групи методів опису ГЕН [10]:

1. Розрахункові методи: питомих витрат електроенергії та коефіцієнту максимуму. Наведені методи характеризуються низькою точністю, доцільно використовувати лише на стадіях проектування.

2. Методи основані на ймовірісно-статистичному підході: екстраполяційні, регресійні, факторного аналізу, ймовірнісні.

Використання **методу питомих витрат електроенергії** доцільне при відносно однорідній продукції. Основу його складає залежність зміни питомих витрат електроенергії від виду продукції та кількості випуску.

Максимальна заявлена півгодинна потужність знаходиться згідно виразу:

$$P_{3\max}^{30} = (A_i + B / Q_i) Q_i, \quad (1)$$

де A_i – змінна складової питомих витрат електроенергії на i -ий вид продукції;

B – постійна складова питомих витрат електроенергії, величина якої не залежить від виду продукції;

Q_i – продуктивність за розрахунковий період по i -ому виду продукції.

Розрізняють модифікації даного методу у залежності від міри рівномірності втрат та характеру навантаження спричинені різним походженням втрат.

Заявлена потужність за **методом коефіцієнта максимуму** визначається рівнянням:

$$P_{3\max}^{30} = k_{\max} P_{3m}, \quad (2)$$

де P_{3m} – середньозмінна потужність,

k_{\max} – коефіцієнт максимуму.

До найбільш розповсюджених методів прогнозування відносяться **екстраполяційні**. При даному підході процес розкладається на дві складові, залежні від часу t , – циклічну $f(P, t)$ та випадкову $\varepsilon(t)$:

$$P_{3\max}^{30} = f(P, t) + \varepsilon(t). \quad (3)$$

Для визначення заявленої потужності у роботі [1] запропоновано використовувати степеневу функцію:

$$P_{3\max}^{30} = a(t)^c, \quad (4)$$

де a та c – емпіричні коефіцієнти, які визначаються у результаті обробки максимальних навантажень за попередні роки.

Також використовуються функції виду у відповідності до вхідних даних:

$$P_{3\max}^{30} = a + bt, \quad P_{3\max}^{30} = a + bt + ct^2, \quad P_{3\max}^{30} = k - ae^{bt}, \quad P_{3\max}^{30} = k / (1 + be^{-ct}). \quad (5)$$

У загальному випадку невідомі коефіцієнти функцій розраховуються методом найменших квадратів.

Регресійний метод може бути використаний лише при виконанні умов: усі величини повинні підпорядковуватися нормальному закону розподілу, їх взаємний розподіл також повинен бути нормальним, окремі значення електричних максимальних навантажень повинні бути незалежними, а дисперсія максимального навантаження – весь час постійною, при зміні значень факторних ознак рівняння регресії, апроксимуючі емпіричні дані мають залишатися лінійними відносно своїх параметрів.

Прогнозне значення $P_{3\max}^{30}$ розглядається у моменти часу $t_{T+\tau}$ і представляється через функцію N факторів x_1, x_2, \dots, x_N :

$$P_{3\max}^{30} = f(x_1, x_2, \dots, x_N). \quad (6)$$

При $N = 1$ модель стає однофакторною і залежить від часу.

Метод коефіцієнтів темпу росту – найбільш простий метод прогнозування заявленої потужності за часовим рядом електричного максимального навантаження:

$$P_{3\max}^{30} = P_{0\max} (\bar{k})^t, \quad (7)$$

де $P_{0\max}$ – початковий рівень ряду,

\bar{k} – коефіцієнт середнього темпу росту.

Середній темп росту знаходиться за середнім геометричним у випадку, якщо динаміка ряду має тенденцію зростання:

$$\bar{k} = \sqrt[N]{\prod(k)}, \quad (8)$$

де $k = P_i / P_{i-1}$ – ланцюговий момент росту,

N – число ланцюгових моментів росту.

Або згідно методу уточненої середньо геометричного:

$$\bar{k} = \sqrt[\sum t]{\frac{\prod(P_{\max})}{P_{0\max}^{N'}}}, \quad (9)$$

де $\sum t$ – сума порядкових номерів рівнів динамічного ряду електричного максимального навантаження,

$\prod(P_{\max})$ – добуток рівнів даного порядку,

N' – число складових ряду електричного максимального навантаження.

За середньо арифметичною формулою – у випадку, якщо значення ряду можуть зростати та спадати:

$$\bar{k} = \frac{1}{N'-1} \frac{\sum P_{\max i}}{\sum P_{\max i-1}}. \quad (10)$$

Для **ймовірнісних методів** характерна властивість стаціонарності. При нормальному розподілі заявленої потужності на достатньо великому інтервалі часу значення заявленої потужності повністю визначається середнім значенням максимального електричного навантаження у години максимуму енергосистеми $P_{i\max}^{30}$ і середнім квадратичним відхиленням σ_i^{30} :

$$P_{3\max}^{30} = P_{i\max}^{30} + 3\sigma_i^{30}. \quad (11)$$

Ймовірність попадання максимального електричного навантаження у години максимуму енергосистеми на верхню межу довірчого інтервалу – незначна.

Для поєднання математичних розрахунків та знань експертів використовується **Байсовий підхід**, який враховує режими електроспоживання. Спрощення моделі досягалося при переході від сезонних складових безпосередньо до електричних навантажень і здійснюється у два етапи. На першому етапі за попередніми розрахунками, у яких враховується експертна оцінка сезонності навантаження, зниження споживання за рахунок регулювання, зміни технологічного процесу. На другому етапі корегується значеннями максимальних навантажень за попередній період.

Підходи опису графіків електричних навантажень з урахуванням їх кількісних та якісних особливостей

Розглянемо одні з найпоширеніших підходів опису форми графіка споживання у цілому або по його частинах.

Система незалежних кускових поліномів. Для вказаного підходу графіки розбиваються на інтервали. Підвищення точності досягається при роботі з динамічними границями інтервалів. Далі обираються степінь L полінома і визначаються його складові. Для ГЕН вважається найбільш ефективним поліном третього степеню [10]:

$$P_{0,J}(t) = 1; P_{1,J}(t) = 1 - \frac{2}{J}t; P_{2,J}(t) = 1 - \frac{3}{5}t + \frac{3}{5}t^2; P_{3,J}(t) = 1 - \frac{139}{99}t + \frac{1}{3}t^2 - \frac{2}{99}t^3. \quad (12)$$

Розраховуються коефіцієнти c_l розкладу ряду:

$$P_L(t) = \sum_{l=0}^L c_l P_{l,J}(t). \quad (13)$$

Для розв'язання системи доцільно використовувати схему Горнера з перетвореними коефіцієнтами розкладу c_l' [10]:

$$P_L(t) = c_0' + t(c_1' + \dots + t(c_{L-1}' + tc_L')). \quad (14)$$

Зазначимо, що при задаванні графіка споживання кусковими поліномами можна змінювати не лише границі інтервалів розбивання, але і змінні, від яких залежить форма ГЕН. Так у якості основної змінної, яка впливає на форму ГЕН, можна обрати температуру зовнішнього середовища (особливо доцільно для побутових споживачів) [5, 6]. Для охарактеризування форми добових графіків використовуються коефіцієнти відносних значень ранкового, денного та вечірнього навантажень щодо максимального вечірнього навантаження.

У даному випадку добові графіки навантаження описуються за допомогою наступних показників (рис.1) [8]:

- величини ранішнього максимуму навантажень $WP_{\text{ран}}$,
- величини денного навантаження (напівпіку) $WP_{\text{ден}}$,
- величини вечірнього піка навантаження $WP_{\text{веч}}$,
- величини нічного спаду навантаження $WP_{\text{ніч}}$,
- тривалості вечірнього максимуму $T_{\text{ран}}$,
- тривалості нічного максимуму $T_{\text{веч}}$.

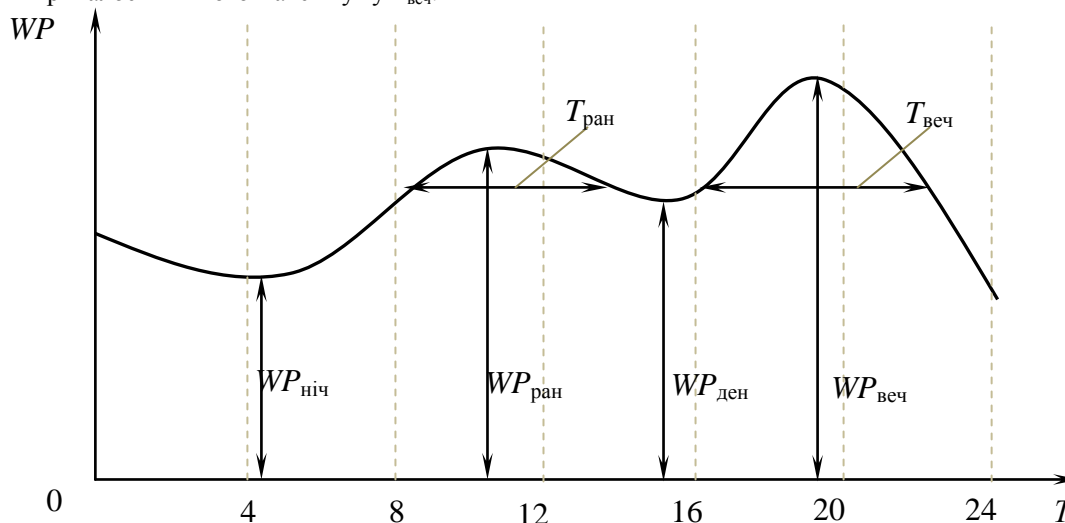


Рис. 1. Параметри добового графіка навантаження

Значні відмінності між піковими і мінімальними навантаження мають місце осінню та весною при комфортних температурах; зближення мінімальних та пікових навантажень відбувається зимою та літом при підвищеному споживанні електроенергії на обігрів та охолодження.

Температурні залежності коефіцієнтів форми добових графіків навантаження згідно [8] розраховуються відносно максимального навантаження у вечірній період наступним чином.

Ранкове навантаження:

$$WP_{\text{ран}}(T) = 1,015 - 2,579 \cdot 10^{-3}T - 7,358 \cdot 10^{-4}T^2 + 1,907 \cdot 10^{-5}T^3. \quad (15)$$

Денне навантаження:

$$WP_{\text{ден}}(T) = 0,999 - 9,782 \cdot 10^{-3}T - 5,03 \cdot 10^{-4}T^2 + 1,779 \cdot 10^{-5}T^3. \quad (16)$$

Нічне навантаження:

$$WP_{\text{ніч}}(T) = 0,696 + 5,498 \cdot 10^{-4}T - 1,075 \cdot 10^{-3}T^2 + 2,761 \cdot 10^{-5}T^3. \quad (17)$$

Параболічний сплайн. Сплайн-функція $P_{\Delta}(t)$ – математична модель визначена на інтервалі $[a, b]$, розбитому на k інтервалів $[t_{i-1}, t_i]$ так, що $a = t_0 < t_1 < \dots < t_{k-1} < t_k = b$. Зазначимо, що у будь-якому i -ому інтервалі сплайн-функція $P_{\Delta}(t)$ співпадає з поліномом $P_i(t)$ степеню n . Значення сплайну та його $(n - m)$ перших похідних зліва та справа від точок t_i , які розділяють інтервали $[t_{i-1}, t_i]$ і $[t_i, t_{i+1}]$, рівні між собою, тобто [10]:

$$\frac{\partial^k}{\partial t^k} P_i(t_i - 0) = \frac{\partial^k}{\partial t^k} P_i(t_i + 0), \quad (18)$$

де $k = 0, 1, \dots, (n - m)$;

m – число розривних похідних сплайн-функцій (дефектів сплайну) $P_{\Delta}(t)$ на інтервалі $[a, b]$.

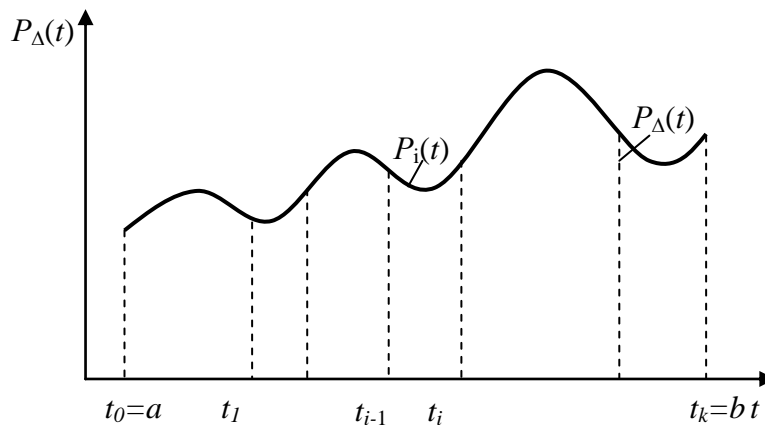


Рис. 2. Графік сплайн-функції [10]

ГЕН прийнято описувати параболічною сплайн-функцією (порядок 2, дефект 1). Довжина інтервалу приймається рівною одиниці. При цьому положення точки всередині i -го інтервалу визначається нормованим аргументом:

$$x = \frac{j - (i - 1)N}{N}, \quad (19)$$

де $j \in [0; Nk]$ – номер ординати ГЕН,

$i \in [1; k]$ – номер інтервалу розбивання.

Тоді $x = 0$ і $x = 1$ – відповідно початок і кінець інтервалу розбивання.

У межах i -го інтервалу розбивання параболічний сплайн представляє собою поліном другого степеню $P_i(x)$, ($i \in [1; k]$). У граничних точках інтервалу $P_i(x)$ «склеєні» по спільній дотичній. Визначена таким чином сплайн-функція буде неперервною разом зі своєю першою похідною на інтервалі $[1; k]$. Виходячи з циклічності добових ГЕН, необхідно досягти співпадання функції на початку та в кінці

інтервалу $[1; k]$. Виконання даного вимоги підтверджується перевіркою (сплайн «склеєний» поліномами) [10]:

$$P_i(x) = T_{i-1} \frac{(1-x^2)^2}{2} + T_i \left(1 - \frac{x^2}{2} - \frac{(1-x^2)^2}{2} \right) + T_{i+1} \frac{x^2}{2} \quad (20)$$

і задовольняє умови неперервності функції:

$$P_i(1-0) = P_i(1+0), \quad (21)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} P_i(1-0) = \frac{\partial}{\partial x} P_i(1+0). \quad (22)$$

Виходячи з умови періодичності для всіх натуральних чисел: $T_j = T_{j+k}$.

Значення коефіцієнтів T_1, T_2, \dots, T_k визначається з мінімуму середнього квадратичного відхилення сплайну від стандартного ГЕН, тобто з мінімуму квадратичної форми [10]:

$$D(T_1, T_2, \dots, T_k) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^k \sum_{j=0}^{N-1} \left[P_i \left(\frac{j}{N} \right) - y_{N(i-1)+(j+1)} \right]^2. \quad (23)$$

Функціонал має мінімум при коефіцієнтах T_i ($i \in [1; k]$). Далі складається система рівнянь і вирішується методом прогонки. Також ефективно використовувати сплайни третього порядку. Алгоритм розрахунку яких подібний до опису ГЕН параболічними сплайнами.

Степеново-гармонійний підхід за принципом подібний до сплайнового опису ГЕН [4]. Досліджуваний сигнал графічно представлений на рис. 3.

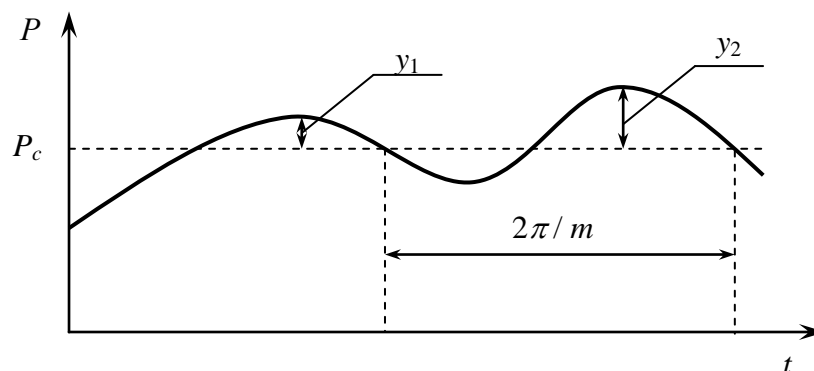


Рис. 3. Нерівномірний графік споживання

$$P(t) = P_c \left[1 - a e^{-\alpha t} \cos(mt - \psi) \right], \quad (24)$$

де a – величина, яка визначається:

$$a = \sqrt{1 + \left(\frac{\alpha}{m} \right)^2}, \quad \psi = \arctg \left(\frac{\alpha}{m} \right), \quad (25)$$

де m – масштаб по осі абсцис,
 α – степеневий показник:
при впливі піків окремо:

$$\alpha = \frac{y_1}{t_1} \quad \text{та} \quad \alpha = \frac{1}{t_2} \ln(1 - y_2), \quad (26)$$

при сумісному впливі піків:

$$\alpha = \frac{1}{t_3 - t_2} \ln \frac{1 - y_1}{1 - y_2}. \quad (27)$$

Ряди Фур'є. У даному випадку для опису графіків використовується тригонометричний поліном виду [9]:

$$P_J(t) = A_0 + \sum_{j=1}^J \left(A_j \cos \frac{2\pi j t}{N} + B_j \sin \frac{2\pi j t}{N} \right), \quad (28)$$

де A_0, A_j і B_j – параметри виразу Фур'є, які розраховуються за процедурою Рунге;

$j \in [1; J]$ – інтервал усереднення початкової вибірки з N значень.

В усіх випадкових явищах варто розрізняти дві складові: основну, яка характеризує спільні ознаки між явищами (прояв циклічностей), та додаткову, яка виникає у результаті певних особливостей умов протікаючого процесу (наприклад, залежності від температури).

Методи математичної статистики та теорії ймовірності дозволяють у цілому описати певне явище та процес, не встановлюючи причин його виникнення. Для оцінювання ймовірнісних методів використовуються інтегральні характеристики режимів, які визначаються закономірностями змін навантажень споживачами.

За допомогою ймовірнісних методів на довготривалих проміжках часу випадковий процес сумарного навантаження споживачів варто представляють у вигляді адитивного нестационарного процесу [3]:

$$P(t) = \sum_{n=1}^N P_n \cos(\omega_n t + \alpha_n) + P_0(t) + \bar{P}, \quad (29)$$

де ω_n, P_n, α_n – відповідно частота, усереднена амплітуда і фазовий зсув n -ої гармонійної складової,

$P_0(t)$ – стаціонарний випадковий процес з нульовим математичним очікуванням, середнім математичним відхиленням та експоненційною кореляційною функцією, яка характеризується коефіцієнтом затухання,

\bar{P} – середнє значення навантаження за досліджуваний інтервал часу,

$n \in [1; N]$ – кількість врахованих гармонік.

Вид закону розподілу залежить від співвідношення середнього квадратичного відхилення σ_{P_c} , який пропорційний частці випадкової складової у процесі, і середньої амплітуди гармонічної складової P_n . При $\sigma_{P_c} / P_n > 1$ закон розподілу близький до нормального. При $\sigma_{P_c} / P_n < 1$ його можна вважати рівномірним, а при $\sigma_{P_c} / P_n < 0,5$ – полімодальним (рис. 4).

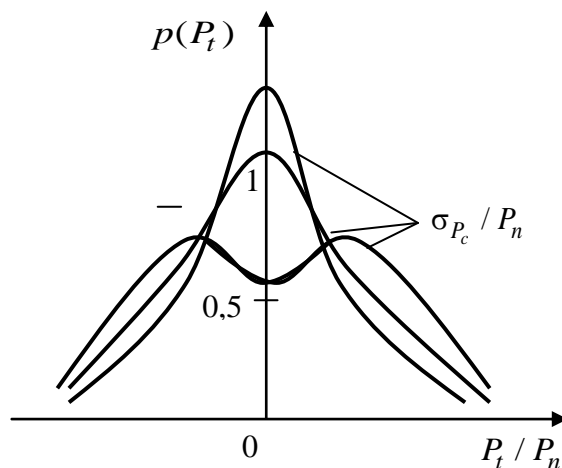


Рис. 4. Зміна закону розподілу навантаження у залежності від відношення амплітуди гармонічної складової і середнього квадратичного відхилення випадкової величини [3]

Імітаційне моделювання. Вказаний підхід дозволяє враховувати вид закону розподілу даних [5]. Проте на відміну від попереднього, при його застосуванні використовуються режимні показники. ГЕН представляється у вигляді:

$$P(t) = P_{\max} - (P_{\max} - P_{\min}) \left(\frac{t}{T} \right)^{\lambda} \quad \text{при } \lambda > 1, \quad (30)$$

$$P(t) = P_{\min} + (P_{\max} - P_{\min}) \left(1 - \frac{t}{T}\right)^{1/\lambda} \quad \text{при } \lambda \leq 1, \quad (31)$$

де P_{\min} і P_{\max} – значення мінімальних та максимальних потужностей за розрахунковий період часу T .
Допоміжний коефіцієнт представляється у формі:

$$\lambda = \frac{P_c - P_{\min}}{P_{\max} - P_c}. \quad (32)$$

Отримати графіків навантажень наближених до реальних можна шляхом апроксимації графіків експоненційними залежностями виду [5]:

$$P(t) = P_{\min} + (P_{\max} - P_{\min}) e^{-(\alpha t)^p}, \quad (33)$$

де α і p – параметри масштабу, які визначаються у процесі апроксимації.

Масштабний параметр p приймає дискретні значення та залежить від форми функції. Для того, щоб попередньо оцінити вид функції аналізується коефіцієнт заповнення графіка [2]: при $k_c \geq 0,7$ – параболічний, $k_c \in [0,5; 0,7)$ – лінійний, $k_c \in (0,25; 0,5)$ – експоненційний та $k_c \leq 0,25$ – гіперболічно-лінійний характер.

Висновок. У представлений статті наведені методи опису графіків електричних навантажень у залежності від необхідності відображення кількісно-якісних особливостей графіків електричних навантажень. Методи представлення поділені згідно деталізації представлення графіка споживання. Зазначені основні принципи розрахунків указаних методів для спрощення вибору за наявними умовами та існуючими вимогами до показів вимірювання конкретного споживача.

Література

1. Инструктивные и информационные материалы по проектированию электротехнических промышленных установок. Указания по расчету электрических нагрузок. РТМ 36.18.32.4-92. // М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект. – 1992. – С. 78.
2. Клебанов Л. Д. Вопросы методики определения и снижения потерь электрической энергии в сетях / Л. Д. Клебанов // Л.: Изд-во ЛГУ. – 1973. – 72 с.
3. Фокин Ю. А. Вероятностно-статистические методы в расчетах системы электроснабжения / Ю. А. Фокин // М.: Энергоатомиздат. – 1985. – 240 с.
4. Теумин И. И. Экспериментальный анализ переходных процессов в линейных электрических цепях / И. И. Теумин // М.: Сов. радио. – 1956. – 536 с.
5. Баламетов А. Б. Расчет потерь электроэнергии в распределительных сетях имитационным моделированием графиков нагрузки в виде непрерывной функции / А. Б. Баламетов, С. Г. Мамедов, Х. Т. Алиев и др. // Электрика. – № 2. – 2009. – С. 20–25.
6. Мустафаев Р. И. Сезонная зависимость электропотребления / Р. И. Мустафаев, Г. А. Миронов, Р. Г. Миронов // Проблемы энергетики. – 2002. – № 4. – С. 31–39.
7. Мустафаев Р. И. Сезонные колебания напряжения в распределительных сетях 6 – 10 кВ / Р. И. Мустафаев, Г. А. Миронов, Р. Г. Миронов // Проблемы энергетики. – 2002. – № 1 – 2. – С. 25 – 53.
8. Мустафаев Р. И. Суточные графики нагрузок и режимных параметров / Р. И. Мустафаев, Р. Г. Миронов. – 8 с.
9. Находов В. Ф. Прогноз потребления мощности и энергии промышленных предприятий / В. Ф. Находов, А. В. Праховник, В. П. Розен // К.: Общество знаний. – 1982.
10. Праховник А. В. Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий / А. В. Праховник, В. П. Розен, В. В. Дегтярев // М.: Недра. – 1985. – 232 с.

A. VOLOSHKO, T. LUTCHYN

REVIEW OF EXISTING APPROACHES FOR THE DESCRIPTION OF QUALITY AND QUANTITY OF FEATURES OF ELECTRICAL LOADS

In the present paper, a classification of existing methods for describing graphs of electrical loads is provided. The qualitative and quantitative features were selected as classifiers. In this way, well-known methods of representation of power consumption characteristics and their features (peaks / dips) divide over the entire interval of the research. The fully graphic descriptions of electrical loads with the quantitative and qualitative methods should be for solving numerous tasks such as dispatching, forecasting consumption levels for the next period and the formation of the cost of electricity and settlement of accounts for the electricity consumed. The

paper also presents methods for the description of the rational choice approach depending on the existing conditions.

Keywords: curve of electric load, method of describing consumption load, quantitative and qualitative features of the load.

References

1. Instructive and informative materials for projecting of electric-technical industrial equipment. Instructions on accounting electrical loads. RTM 36.18.32.4-92. // М.: VNIPI Tyazhpromelektroproekt. – 1992. – P. 78.
2. Klebanov L.D. Challenges for methodic of estimation and ebbing electricity dissipation in grids / L.D. Klebanov // L.: LSU. – 1973. – P. 72.
3. Fokin Y.A. Probabilistic-statistical methods in electricity supply systems accounting / Y.A. Fokin // М.: Energoatomizdat. – 1985. – P. 240.
4. Theumin I.I. Experimental analysis of transients for linear electrical chains / I.I. Theumin // М.: Sov. Radio. – 1956. – P. 536.
5. Balametov A.B. Electricity dissipation accounting for distribution grids via imitational modeling of load diagrams as analog function / A.B. Balametov, S.G. Mamedov, H.T. Aliev and others. // Elektriika. – № 2. – 2009. – P. 20–25.
6. Mustafaev R.I. Seasonal dependency of electricity consumption / R.I. Mustafaev, G.A. Mironov, R.G. Mironov // Problemy energetiki. – 2002. – № 4. – P. 31–39.
7. Mustafaev R.I. Seasonal voltage variation in distribution grid 6 – 10 kV / R.I. Mustafaev, G.A. Mironov, R.G. Mironov // Problemy energetiki. – 2002. – № 1 – 2. – P. 25 – 53.
8. Mustafaev R.I. Daily load and mode parameters diagrams / R.I. Mustafaev, R.G. Mironov. – P. 8.
9. Nakhodov V.F. Predicting for capacity and energy consumption of industrial plants / V.F. Nakhodov, A.V. Prakhovnik, V.P. Rozen // К.: Obshchestvo znaniy. – 1982.
10. Prakhovnik A.V. Energysaving modes for electricity supply of mining enterprises / A.V. Prakhovnik, V.P. Rozen, V.V. Degtyaryov // М.: Nedra. – 1985. – P. 232.

УДК 621.316.11

А.В. ВОЛОШКО, Т.Н. ЛУТЧИН

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ ОПИСАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГРАФИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

В представленной статье приводится классификация существующих методов описания графиков электрических нагрузок. В качестве классификатора выбраны качественные и количественные особенности графиков потребления. Таким образом, производится разделение известных методов представления характеристик электропотребления и их особенностей (пиков / провалов) на всем интервале исследования. Важность описания полностью графика электрических нагрузок количественно-качественными методами следует с ряда задач, таких как диспетчерское управление, прогнозирование уровней потребления на следующий период и формирования стоимости электроэнергии и расчетных счетов за потребленную электроэнергию. В статье также представлены методы описания для возможности выбора рационального подхода в зависимости от существующих исходных условий.

Ключевые слова: график электрической нагрузки, метод описания графиков потребления, количественные и качественные особенности графиков нагрузок.